

# VEHICULAR BRAKE SYSTEM

**Publication Number:** 11-105688 (JP 11105688 A) , April 20, 1999

**Inventors:**

- OOTOMO AKIHIRO

**Applicants**

- TOYOTA MOTOR CORP

**Application Number:** 09-274486 (JP 97274486) , October 07, 1997

**International Class:**

- B60T-008/00
- B60L-007/24

**Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the controllability of the total braking torque that includes regenerative braking torque and frictional braking torque in a vehicular brake system using a regenerative brake system and a hydraulic brake system. **SOLUTION:** For surging the total braking torque up during traction control in a vehicular brake system that uses a regenerative brake system and a hydraulic brake system, Step 8 increases both the regenerative braking torque and the hydraulic braking torque. For abating the total braking torque in the same condition, on the other hand, Steps 10 to 13 hold the hydraulic braking torque constant and decrease the regenerative braking torque. Because of excellent responsiveness of the hydraulic braking torque, increasing both the regenerative and hydraulic braking torques pushes up the total braking torque more rapidly than increasing only the regenerative braking torque. A smooth reduction trend of the regenerative braking torque, in addition, permits smooth diminution of the total braking torque to thus improve the controllability of the total braking torque.

**COPYRIGHT:** (C)1999,JPO

JAPIO

© 2004 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 6164143



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-105688

(43)公開日 平成11年(1999) 4月20日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 6 0 T 8/00

B 6 0 T 8/00

Z

B 6 0 L 7/24

B 6 0 L 7/24

D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平9-274486

(22)出願日 平成9年(1997)10月7日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 大朋 昭裕

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

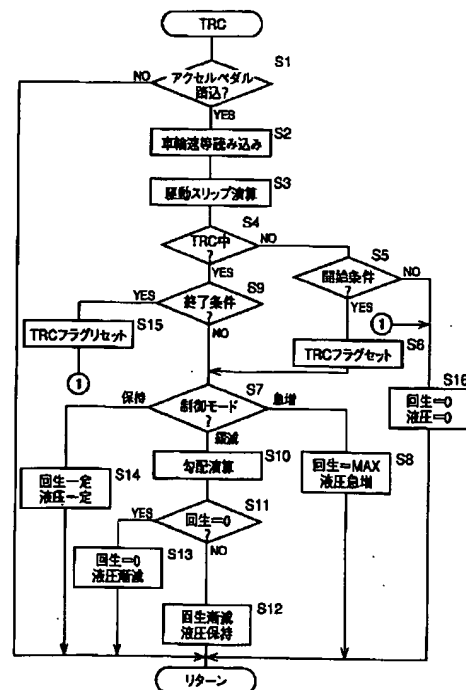
(74)代理人 弁理士 神戸 典和 (外3名)

(54)【発明の名称】 車両用制動装置

(57)【要約】

【課題】 回生制動装置と液圧制動装置とを含む車両用制動装置において、回生制動トルクと摩擦制動トルクとを含む総制動トルクの制御性の向上を図る。

【解決手段】 トラクション制御において、総制動トルクを急増させる場合には、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が増加させられ (S8)、緩減させる場合には、液圧制動トルクが一定に保たれた状態で回生制動トルクが緩減させられる (S10~13)。液圧制動トルクは応答性が良好であるため、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方を増加させれば、回生制動トルクのみを増加させる場合に比較して、総制動トルクを速やかに増加させることができる。また、回生制動トルクは滑らかに減少させることができるため、総制動トルクを滑らかに減少させることができ、総制動トルクの制御性を向上させ得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の車輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより、車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとを含む総制動トルクを大きな勾配で変化させる場合に、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方を変化させ、前記総制動トルクを小さな勾配で変化させる場合に、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを変化させる総制動トルク制御装置とを含むことを特徴とする車両用制動装置。

【請求項2】 前記総制動トルク制御装置が、前記車輪の駆動スリップ状態がほぼ適正状態となるように前記総制動トルクを制御するトラクション制御手段を含み、そのトラクション制御手段が、前記総制動トルクを急激に増加させる場合に、前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとの両方を増加させる両制動トルク増加手段と、総制動トルクを緩やかに減少させる場合に、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを緩やかに減少させる回生制動トルク緩減手段とを含むことを特徴とする請求項1に記載の車両用制動装置。

【請求項3】 前記総制動トルク制御装置が、前記車輪の制動スリップ状態がほぼ適正状態となるように前記総制動トルクを制御するアンチロック制御手段を含み、そのアンチロック制御手段が、前記総制動トルクを急激に減少させる場合に、前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとの両方を減少させる両制動トルク減少手段と、総制動トルクを緩やかに増加させる場合に、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを緩やかに増加させる回生制動トルク漸増手段とを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の車両用制動装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回生制動装置と摩擦制動装置とを含む車両用制動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 回生制動装置と、摩擦制動装置としての液圧制動装置とを含む車両用制動装置の一例が、特開平8-149606号公報に記載されている。回生制動装置は、電動モータの回生制動による回生制動トルクを車輪に加える装置であり、液圧制動装置は、車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を液圧により摩擦係合させることにより、車輪に液圧制動トルクを加える装置である。駆動輪には、回生制動トルクと液圧制動トルクとを含む総制動トルクが加えられ、非駆動輪には、液圧制動トルクが加えられる。非駆動輪に加えられる総制動トルクは、液圧制動トルクと同じ大きさとなるのであ

る。本車両用制動装置においては、液圧制動トルクが一定に保たれた状態で回生制動トルクが減少させられることにより駆動輪の総制動トルクが減少させられる。この車両用制動装置が搭載された車両は後輪駆動車であるため、制動時には、液圧制動トルクが後輪にも前輪にも加えられるのに対して、回生制動トルクは後輪に加えられる前輪に加えられないため、前後制動力配分線が、理想制動力配分線より後輪制動力が大きい側に位置することになり、後輪がロックし易くなる。そこで、後輪に加えられる総制動トルクを回生制動トルクの減少に伴って減少させれば、後輪に加えられる総制動トルクの前輪に加えられる総制動トルクに対する比を減少させることができ、前後制動力配分線を理想制動力配分線に近づけることができる。

【0003】 このように、上記公報に記載の車両用制動装置においては、駆動輪の総制動トルクが回生制動トルクの減少により減少させられるのであるが、総制動トルクが回生制動トルクの変化により変化させられるようにする場合には、応答遅れが大きく、総制動トルクの制御を良好に行うことができない場合がある。回生制動トルクの制御は、回生制動装置に備えられた電動モータの制御により行われるが、電動モータおよびその負荷の慣性が大きいため、応答性が悪く、回生制動トルクを速やかに増加、減少させることができないのである。電動モータを、余裕をもって車両を駆動し得る大容量のもの（能力の大きなもの）とすれば、回生制動トルクを速やかに増加、減少させることができる。しかし、電動モータの容量を十分大きくすると、重量が大きくなったり、コストが高くなったりする等の別の問題が生じる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題、解決手段、作用および効果】 そこで、本発明の課題は、回生制動装置と摩擦制動装置との両方を含む車両用制動装置において、コストアップを回避しつつ、総制動トルクの制御性の向上を図ることである。上記課題は、以下の車両用制動装置によって解決される。なお、以下の説明において、本発明の各態様をそれぞれ項に分け、項番号を付し、必要に応じて他の項の番号を引用して請求項と同じ形式で記載する。各項に記載の特徴を組み合わせて採用することの可能性を明示するためである。

(1) 車両の車輪に、電動モータの回生制動により回生制動トルクを加える回生制動装置と、前記車輪と共に回転するブレーキ回転体に摩擦部材を摩擦係合させることにより、車輪に摩擦制動トルクを加える摩擦制動装置と、前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとを含む総制動トルクを大きな勾配で変化させる場合に、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方を変化させ、前記総制動トルクを小さな勾配で変化させる場合に、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを変化させる総制動トルク制御装置とを含むことを特徴とする車両

用制動装置（請求項1）。本項に記載の車両用制動装置において、車輪には、回生制動トルクと摩擦制動トルクとを含む総制動トルクが加えられる。この車輪に加えられる総制動トルクは、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの少なくとも一方を変化させれば変化させられるが、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方を変化させれば、回生制動トルクのみを変化させる場合に比較して、総制動トルクの変化勾配を大きくすることができ、その分、応答遅れを小さくすることができる。回生制動装置に備えられた電動モータを大容量のものとしなくても応答遅れを小さくできるのであり、コストアップを回避しつつ制御性の向上を図ることができる。ここで、摩擦制動トルクの制御は、摩擦制動装置において、ブレーキ回転体に摩擦部材を押し付ける際の押付力を制御することにより行われる。摩擦部材とブレーキ回転体との間の摩擦係数等が同じ場合には、押付力が大きい場合は小さい場合より摩擦制動トルクが大きくなる。摩擦制動装置としては、液圧制動装置や電動制動装置等が採用可能である。液圧制動装置は、液圧の制御により摩擦部材のブレーキ回転体への押付力を制御する液圧制御装置を含むものであり、電動制動装置としては、圧電素子等の積層体に印加する電圧を制御することにより、その積層体の伸縮を制御して押付力を制御する積層体制御装置を含む積層体制動装置や、電動モータの制御により押付力を制御するモータ制御装置を含むモータ制動装置等が存在する。前者の液圧制動装置においては、液圧を速やかに増加、減少させることが比較的容易であるため、押付力を速やかに増加、減少させることができる。後者の積層体制動装置においては、電圧の制御により積層体を速やかに伸縮させ得るため、押付力の増減を速やかに行うことができる。また、モータ制動装置においても、電動モータの制御により押付力の増減を速やかに行うことができる。モータ制動装置においては、電動モータが倍力率の大きな倍力装置を介して摩擦部材に作用させられるため、比較的容易に慣性を小さくすることができるのである。いずれにしても、摩擦制動トルクの制御においては、回生制動トルクの制御における場合に比較して、応答性が良好なのである。したがって、摩擦制動トルクの制御により総制動トルクの制御を行えば応答性を良好にすることができ、摩擦制動トルクと回生制動トルクとの両方の制御により総制動トルクの制御を行えば応答性を一層良好にすることができる。総制動トルクが回生制動トルクのみの変化に伴って変化させられる場合に比較して、総制動トルクの増減の切換えを迅速に行い、また増減勾配を大きくすることができるのである。それに対して、回生制動トルクは、滑らかに変化させることができるため、総制動トルクを緩やかに変化させるのに適している。総制動トルクを緩やかに変化させる場合には、応答性が良好でなくても差し支えないのである。また、摩擦制動装置が液圧制動装置であり、ホイールシリンダの

液圧の緩増が電磁弁のデューティ制御等、電磁弁の切換えの繰返しにより行われる場合には、電磁弁の作動騒音が大きくなる問題があるのに対し、回生制動トルクの緩変にはこのような問題が発生しない利点がある。このように、回生制動トルクと摩擦制動トルクとにおける制御性の相違を利用すれば、総制動トルクの制御性の向上を図ることができる。本項に記載の車両用制動装置における総制動トルク制御装置には、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方を変化させる両制動トルク変化手段と、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを変化させる回生制動トルク変化手段とが含まれると考えることができる。ここで、回生制動トルク変化手段は、摩擦制動トルク保持手段でもある。

(2) 前記総制動トルク制御装置が、前記車輪の駆動スリップ状態がほぼ適正状態となるように前記総制動トルクを制御するトラクション制御手段を含み、そのトラクション制御手段が、前記総制動トルクを急激に増加させる場合に、前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとの両方を増加させる両制動トルク増加手段と、総制動トルクを緩やかに減少させる場合に、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを緩やかに減少させる回生制動トルク緩減手段とを含む(1)項に記載の車両用制動装置（請求項2）。トラクション制御においては、総制動トルクの増加は急激に行い、減少は緩慢に行うことが多い。例えば、駆動スリップ状態が設定状態以上である場合は、総制動トルクを急増させることにより駆動トルクを急減させ、駆動スリップ状態が回復傾向となれば総制動トルクを緩減させるのである。そこで、総制動トルクを急増させる場合に、回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方を増加させ、緩減させる場合に、回生制動トルクを緩やかに減少させれば、総制動トルクを速やかに増加させ、滑らかに減少させることができ、トラクション制御を良好に行うことができる。ここで、両制動トルク増加手段は、回生制動トルクを上限値まで増加させることが望ましい。上限値については〔発明の実施の形態〕において詳述するが、電動モータの回転数、蓄電装置における充電状態、温度等、その時点におけるこれらの状況下で出力し得る最大値である。回生制動トルクが上限値にされれば、それを緩減させる余地が大きくなるとともに、エネルギー効率が向上する。

(3) 前記トラクション制御手段が、前記回生制動トルク緩減手段により回生制動トルクが0まで減少させられた状態において、総制動トルクを減少させる必要がある場合に、前記摩擦制動トルクを減少させる減少不足時摩擦制動トルク緩減手段を含む(2)項に記載の車両用制動装置。車輪に回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方が加えられている状態から、回生制動トルク緩減手段により、回生制動トルクが減少させられるのであるが、回生制動トルクが0になっても、まだ総制動トルクを減少させる必要がある場合、すなわち、総制動トルクを保持

したり、増加させたりする状態に達しない場合は、摩擦制動トルクが減少させられることになる。この場合には、回生制動トルク緩減手段を、回生優先緩減手段と称することもできる。

(4) 前記トラクション制御手段が、前記総制動トルクの減少勾配を、前記両制動トルク増加手段によって回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方が増加させられたことによる前記駆動スリップ状態の回復状況に応じて決定する減少勾配決定手段を含む(2) 項または(3) 項に記載の車両用制動装置。総制動トルクの増加により駆動スリップ状態が回復に転じた場合に、総制動トルクを緩減させるトラクション制御においては、総制動トルクの減少勾配を、駆動スリップ状態の回復状況に応じて決定することができる。例えば、回復状況の一態様として回復速度があるが、駆動スリップ状態の回復速度が大きい場合は、小さい場合より減少勾配を大きくするのである。駆動スリップの変化勾配が大きい場合は、総制動トルクの変化勾配も大きくする制御が行われるのが普通である。換言すれば、駆動スリップ状態の回復速度が大きい場合は、小さい場合より路面の摩擦係数が大きいと推定することができ、大きな勾配で総制動トルクを変化させることが望ましいのである。トラクション制御においては、総制動トルクは、回生制動トルクの緩減に伴って緩減させられる場合と、(3) 項に記載のように、摩擦制動トルクの緩減に伴って緩減させられる場合とがあるため、減少勾配決定手段によって決定された減少勾配は、回生制動トルクの減少勾配とされる場合と、摩擦制動トルクの減少勾配とされる場合とがある。

(5) 前記総制動トルク制御装置が、前記車輪の制動スリップ状態がほぼ適正状態となるように前記総制動トルクを制御するアンチロック制御手段を含み、そのアンチロック制御手段が、総制動トルクを急激に減少させる場合に、前記回生制動トルクと前記摩擦制動トルクとの両方を減少させる両制動トルク減少手段と、総制動トルクを緩やかに増加させる場合に、摩擦制動トルクを一定に保った状態で回生制動トルクを緩やかに増加させる回生制動トルク緩増手段とを含む(1) 項ないし(4) 項のいずれか1つに記載の車両用制動装置(請求項3)。アンチロック制御においては、総制動トルクの減少を急激に行い、増加を緩やかに行うことが多い。例えば、制動スリップ状態が設定状態に達すれば総制動トルクが急減させられ、制動スリップ状態が回復に転ずれば緩増させられる。総制動トルクを減少させる場合に回生制動トルクと摩擦制動トルクとの両方を減少させ、総制動トルクを増加させる場合に回生制動トルクを緩増させれば、総制動トルクを急減させ、緩増させることができ、アンチロック制御を良好に行うことができる。

(6) 前記アンチロック制御手段が、前記回生制動トルク緩増手段により回生制動トルクが上限値まで増加させられた状態において、総制動トルクを増加させる必要が

ある場合に、摩擦制動トルクを緩増させる増加不足時摩擦制動トルク緩増手段を含む(5) 項に記載の車両用制動装置。回生制動トルクが上限値に達しても、まだ総制動トルクを増加させる必要がある場合には、摩擦制動トルクが増加させられる。回生制動トルク緩増手段を回生優先緩増手段と称することができる。

(7) 前記アンチロック制御手段が、前記総制動トルクの増加勾配を、運転者の意図する総制動トルクである目標総制動トルクと、実際に得られた総制動トルクである実総制動トルクとに基づいて決定する緩増勾配決定手段を含む(5) 項または(6) 項に記載の車両用制動装置。本項に記載の車両用制動装置においてアンチロック制御が行われる場合には、駆動輪の総制動トルクは、回生制動トルクの増加により増加させられるが、非駆動輪には回生制動トルクが加えられていないため、摩擦制動トルクの増加により増加させられることになる。ここで、総制動トルクを緩増させる場合における車輪の制動スリップ状態、総制動トルクの大きさ等が、駆動輪と非駆動輪とで同じであれば、非駆動輪における総制動トルクの増加勾配と、駆動輪における総制動トルクの増加勾配とは同じ大きさとするのが望ましい。摩擦制動装置が液圧制動装置の場合には、摩擦制動トルクとしての液圧制動トルクはホイールシリンダの液圧に応じた大きさとなる。非駆動輪において、摩擦制動トルクの緩増が、ホイールシリンダのマスタシリンダへの短時間の連通・遮断の繰返しにより行われる場合には、ホイールシリンダ液圧の増圧勾配は、マスタシリンダの液圧と、ホイールシリンダの液圧と、これらマスタシリンダとホイールシリンダとの間に設けられた増圧開閉弁のデューティ比とに基づいて決まる。増圧開閉弁のデューティ比が同じであれば、マスタシリンダ液圧とホイールシリンダ液圧との差が大きい場合は小さい場合より増圧勾配が大きくなり、液圧制動トルクの増加勾配が大きくなる。この液圧制動トルクの増加勾配とほぼ同じ勾配で回生制動トルクを増加させる場合には、回生制動トルクの増加勾配を、運転者の意図に応じた目標総制動トルクと、車輪に加わる実総制動トルクとの差に基づいて決定することができる。上述のデューティ比に対応する値が予め決められていれば、これらのトルク差が上述の液圧差に対応すると考えることができる。なお、増加勾配を決定する際に、実際に得られた回生制動トルクである実回生制動トルクや、電動モータの回転数等実回生制動トルクの大きさを推定し得る情報等が考慮されるようにしてもよい。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態である車両用制動装置について図面に基づいて詳細に説明する。図1に示すように、本車両用制動装置が搭載された車両はハイブリッド車であり、駆動輪としての前輪10、12は、電気的駆動装置14と図示しない内燃駆動装置とによって駆動される。電気的駆動装置14は、2

つの電動モータ16, 18を含むものであり、電動モータ16, 18の駆動トルクは、それぞれ車輪10, 12に加えられる。本実施形態においては、車輪毎に電動モータが設けられており、これら電動モータ16, 18を別個に制御することにより、車輪10, 12各々に加えられるトルクの大きさを別個に制御することが可能である。電氣的駆動装置14は、電動モータ16, 18の回生制動により車輪10, 12に回生制動トルクを加える回生制動装置でもあり、以下、回生制動装置14と称する。

【0006】上記車両には、回生制動装置14の他に摩擦制動装置としての液圧制動装置20が設けられている。上記車輪10, 12各々と共に回転するブレーキ回転体としてのロータに摩擦部材としてのパッドがホイールシリンダ22, 24に液圧が伝達されることにより押し付けられ、車輪10, 12に液圧制動トルクが加えられる。駆動輪としての車輪10, 12には、液圧制動装置20による液圧制動トルクと回生制動装置14による回生制動トルクとの両方に加え得る。

【0007】回生制動装置14は、上記電動モータ16, 18の他、電力変換装置30, 32、変速器34, 36、蓄電装置38、電動モータ制御装置42等を含むものである。電動モータ16, 18には、蓄電装置38に蓄えられた直流電流が電力変換装置30, 32により交流に変換されて供給される。電力変換装置30, 32は、インバータ等を含むものであり、電動モータ制御装置42によって制御される。インバータにおけるすべり周波数制御やベクトル制御等の電流制御により、電動モータ16, 18によって出力される回生制動トルクの大きさが制御される。電力変換装置30, 32が電動モータ16, 18各々に対応して設けられているため、電動モータ16, 18は電力変換装置30, 32によって別個に制御され、車輪10, 12に加えられる回生制動トルクの大きさが別個に制御されることになる。電動モータ制御装置42は、電動モータ16, 18によって出力される実回生制動トルクが総制動トルク制御装置46から供給される情報で表される回生制動トルク目標値に近づくように、電力変換装置30, 32を制御する。回生制動トルクの大きさは、変速器34, 36における変速段を変えることによっても制御し得る。

【0008】液圧制動装置20は、前記前輪10, 12のホイールシリンダ22, 24、液圧制動トルクを制御するとともに回生制動トルクと液圧制動トルクとを含む総制動トルクを制御する総制動トルク制御装置46、リニアバルブ装置56、液圧制御弁装置58の他、図2に示すように、後輪60, 62のホイールシリンダ64, 66、マスタシリンダ68、定液圧源70等を含むものである。マスタシリンダ68は2つの加圧室72, 74を有するものであり、2つの加圧室72, 74には、それぞれ、ブレーキペダル76の操作力に応じたほぼ同じ

大きさの液圧が発生させられる。一方の加圧室72には、液通路80を介して駆動輪である前輪10, 12のホイールシリンダ22, 24が接続され、他方の加圧室74には、液通路82を介して後輪60, 62のホイールシリンダ64, 66が接続されている。定液圧源70は、マスタリザーバ84、ポンプ86、アキュムレータ88等を含むものであり、マスタリザーバ84の作動液がポンプ86によって汲み上げられてアキュムレータ88に蓄えられる。アキュムレータ88には、設定圧力範囲の作動液が常時蓄えられるようにされている。アキュムレータ88には図示しない圧力スイッチが取り付けられており、この圧力スイッチのヒステリシスを有するON, OFFに応じてポンプ86が起動、停止させられるようになっているのである。定液圧源70は、上記加圧室74に接続されており、ブレーキペダル76の踏込みに伴って、加圧室74へ高圧の作動液が供給される。それにより、ブレーキペダル76の操作ストロークの軽減を図ることが可能となる。

【0009】前記液通路80の途中には、電磁開閉弁90, 92がそれぞれ設けられている。電磁開閉弁90, 92の開閉により、ホイールシリンダ22, 24とマスタシリンダ68とが連通させられたり、遮断されたりする。ホイールシリンダ22, 24は、回生制動協調制御、アンチロック制御、トラクション制御（アンチロック制御やトラクション制御は、回生制動協調制御と並行して行われる場合もある）が行われる場合等に、マスタシリンダ68から遮断される。

【0010】ホイールシリンダ22, 24とマスタリザーバ84とを接続する液通路93の途中には、電磁開閉弁94, 96が設けられている。電磁開閉弁94, 96が開状態に切り換えられれば、ホイールシリンダ22, 24とマスタリザーバ84とが連通させられる。ホイールシリンダ22, 24の液圧が減圧させられ、液圧制動トルクが減少させられる。また、ホイールシリンダ22, 24とリニアバルブ装置56とを接続する液通路98の途中には、電磁開閉弁100, 102が設けられている。電磁開閉弁100, 102は、通常制動時において回生制動協調制御が行われる場合には開状態に保たれ、ホイールシリンダ22, 24とリニアバルブ装置56とが連通状態に保たれる。これら電磁開閉弁100, 102をそれぞれバイパスするバイパス通路の途中には、それぞれホイールシリンダ22, 24からリニアバルブ装置56へ向かう作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁104, 106が設けられており、これら逆止弁104, 106により、ブレーキペダル76の踏込みが解除された場合に、ホイールシリンダ22, 24の作動液がリニアバルブ装置56を経てマスタシリンダ68に早急に戻される。また、上記液通路98のリニアバルブ装置56と電磁開閉弁100, 102との間には、電磁開閉弁108が設けられている。電

磁開閉弁108は、回生制動協調制御やトラクション制御が行われる場合、前輪10、12についてアンチロック制御が行われる場合等に開状態に保たれる。

【0011】上記リニアバルブ装置56は、前記加圧室74と後輪60、62のホイールシリンダ64、66とを接続する液通路82の途中に設けられており、この液通路82のリニアバルブ装置56のホイールシリンダ側に前記液通路98が接続されることになる。リニアバルブ装置56とホイールシリンダ64、66との間には、電磁開閉弁110が設けられ、電磁開閉弁110をバイパスするバイパス通路の途中には、ホイールシリンダ64、66からリニアバルブ装置56へ向かう方向の作動液の流れを許容するが、逆向きの流れを阻止する逆止弁112が設けられている。また、ホイールシリンダ64、66とマスタリザーバ84とを接続する液通路114の途中には、電磁開閉弁116が設けられている。液通路82には、プロポーションングバルブ118も設けられ、後輪60、62のホイールシリンダ64、66の液圧が前輪10、12のホイールシリンダ22、24の液圧に対して大きくならないように制御されている。図示するように、本実施形態においては、後輪64、66のホイールシリンダ64、66の液圧は、共通に制御される。

【0012】また、定液圧源70とリニアバルブ装置56のホイールシリンダ側とを接続する液通路（リニアバルブ装置56をバイパスする液通路）119の途中には、電磁開閉弁120が設けられている。電磁開閉弁120は、常には、閉状態に保たれるが、トラクション制御が行われる場合には開状態に切り換えられ、ホイールシリンダに高圧の作動液が供給される。本実施形態においては、駆動輪は前輪10、12であるため、トラクション制御が行われる場合には、電磁開閉弁120が開状態に切り換えられるとともに、前記電磁開閉弁110が閉状態に、電磁開閉弁108が開状態に切り換えられる。定液圧源70の作動液が、後輪側のホイールシリンダ64、66に供給されないで、前輪側のホイールシリンダ22、24に供給される。前輪側のホイールシリンダ22、24の液圧は、電磁開閉弁90、92が閉状態に保たれた状態において、電磁開閉弁100、94および電磁開閉弁102、96の制御により、別個に制御される。前輪10、12には、ホイールシリンダ22、24の液圧の大きさに応じた大きさの液圧制動トルクが加えられる。

【0013】液通路82の、リニアバルブ装置56とマスタシリンダ68との間には液圧センサ122が設けられ、リニアバルブ装置56のホイールシリンダ側の近傍には液圧センサ124が設けられている。また、液圧センサ126、128により、ホイールシリンダ22、24の液圧が各々検出され、液圧センサ130によってホイールシリンダ64、66の液圧が共通に検出される。

液通路98の途中に設けられた液圧センサ132は、上記液圧センサ124のフェールを検出するために設けられたものである。電磁開閉弁108が開状態に保たれた場合に、液圧センサ132の出力信号と液圧センサ124の出力信号とが大きく異なる場合には、液圧センサ124が異常であるとされる。

【0014】前記リニアバルブ装置56は、図3に示すように、増圧リニアバルブ150、減圧リニアバルブ152、減圧用リザーバ154および逆止弁156、158を含むものである。増圧リニアバルブ150は液通路82の途中に設けられ、減圧リニアバルブ152は液通路82と減圧用リザーバ154とを接続する液通路160の途中に設けられている。増圧リニアバルブ150をバイパスするバイパス通路の途中には、上述の逆止弁156が、ホイールシリンダからマスタシリンダ68に向かう作動液の流れは許容し逆向きの流れは阻止する向きに設けられている。減圧リニアバルブ152をバイパスするバイパス通路の途中には、上記逆止弁158が減圧用リザーバ154からマスタシリンダ68に向かう作動液の流れは許容し逆向きの流れは阻止する向きに設けられている。

【0015】増圧リニアバルブ150は、シーティング弁190と、電磁付勢装置194とを含むものである。シーティング弁190は、弁子200、弁座202、弁子200と一体的に移動する被電磁付勢体204、弁子200が弁座202に着座する向きに被電磁付勢体204を付勢する付勢手段としての弾性部材としてのスプリング206等を含むものである。また、電磁付勢装置194は、ソレノイド210、そのソレノイド210を保持する樹脂製の保持部材212、第一磁路形成体214、第二磁路形成体216等を含むものである。ソレノイド210の巻線の両端に電圧が印加されると、ソレノイド210の巻線に電流が流れ、磁界が形成される。磁束は、その多くが、第一磁路形成体214、被電磁付勢体204、第二磁路形成体216と被電磁付勢体204との間のエアギャップおよび第二磁路形成体216を通る。ソレノイド210の巻線に印加される電圧を変化させれば、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との間に作用する磁気力も変化する。この磁気力の大きさは、ソレノイド210の巻線に印加される電圧の大きさと共に増加し、それら印加する電圧と磁気力との関係は予め知ることができる。したがって、印加電圧をその関係に従って連続的に変化させることにより、被電磁付勢体204を付勢する力の大きさを任意に変更することができる。この被電磁付勢体204を付勢する力は、上述の磁気力のうちの被電磁付勢体204を第二磁路形成体216に接近させる方向の力のことであり、以下、電磁駆動力と称する。電磁駆動力は、スプリング206の付勢力とは反対向きの力である。なお、被電磁付勢体204の第一磁路形成体216に対向する面には、係合突部



220が形成され、それに対する第一磁路形成体216の被電磁付勢体204に対向する部分には、係合凹部222が形成されており、被電磁付勢体204と第一磁路形成体216との相対位置の変化に応じて係合突部220と係合凹部222との間の対向部の面積が変化させられる。

【0016】被電磁付勢体204と第二磁路形成体216とによって形成される磁路の磁気抵抗は、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との軸方向の相対的な位置に依存して変化する。その結果、ソレノイド210に印加される電圧がそれほど大きくない範囲内において一定であれば、被電磁付勢体204を第二磁路形成体216方向へ付勢する電磁駆動力が、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との軸方向の相対的な位置に関係なくほぼ一定となる。一方、スプリング206による被電磁付勢体204を第二磁路形成体216から離間する方向へ付勢する付勢力（スプリングの付勢力）は、被電磁付勢体204と第二磁路形成体216との接近に伴って増大する。したがって、弁子200に、入口側液圧と出口側液圧との液圧差に基づく付勢力（差圧作用力）が作用していない状態では、被電磁付勢体204の第二磁路形成体216方向への移動が、上記スプリング206の付勢力と電磁駆動力とが等しくなることにより停止することとなる。このように、印加電圧を増加させると被電磁付勢体204に作用する弁子200を弁座202に押し付ける向きの力（電磁駆動力とスプリングの付勢力との合力）が小さくなり、弁子200が弁座202から離間し易くなるのである。

【0017】減圧リニアバルブ152についても同様であるが、これら増圧リニアバルブ150と減圧リニアバルブ152とでは、弁子200を弁座202に接近させる方向に付勢するスプリングの付勢力が異なる。減圧リニアバルブ152におけるスプリング224の方が増圧リニアバルブ150におけるスプリング206より大きくされている。ホイールシリンダ液圧が高くなっても、作動液が、減圧リニアバルブ152を経て減圧用リザーバ154へ流れることが回避されているのである。

【0018】いずれにしても、増圧リニアバルブ150、減圧リニアバルブ152の各ソレノイド210に印加される電圧に応じてリニアバルブ装置56によって出力される液圧を制御することが可能となる。増圧リニアバルブ150のソレノイド210に印加される電圧が大きくなると、スプリング206の付勢力と反対方向の電磁駆動力が大きくなり、シーティング弁190において弁子200が弁座202から離間し易くなる。リニアバルブ装置56から出力される液圧が増圧させられ、ホイールシリンダ22、54の液圧が大きくなる。同様に、減圧リニアバルブ152のソレノイドに印加される電圧が大きくなると、シーティング弁190が開き易くなり、ホイールシリンダ液圧が小さくされる。このよ

うに、増圧リニアバルブ150、減圧リニアバルブ152の各ソレノイド210への印加電圧に応じてホイールシリンダ液圧が制御されるのであり、増圧リニアバルブ150のソレノイド210、減圧リニアバルブ152のソレノイド210への印加電圧を制御することを、本明細書において、リニアバルブ装置56を制御すると略称することとする。

【0019】前記加圧室72から延び出させられた液通路80の途中には液圧センサ226が設けられている。液圧センサ226によって検出された液圧は、運転者の意図する制動力に対応する液圧であるため、後述するように、この液圧センサ226によって検出された液圧に基づいて目標総制動トルクが求められる。液通路80には、ストロークシミュレータ228が接続され、電磁開閉弁90、92が共に閉状態とされた場合においてブレーキペダル76のストロークが殆ど0になることが回避される。

【0020】総制動トルク制御装置46は、コンピュータを主体とするもので、入力部には、上記液圧センサ122～132、226、ブレーキペダル76が踏み込まれたことを検出する踏力スイッチ250、各車輪10、12、60、62の車輪速度をそれぞれ検出する車輪速センサ252～258等の他、電動モータ16、18の回転速度を検出する回転数検出装置260、262、蓄電装置38の充電状況を検出する充電状況検出装置264、アクセルペダル266（図1参照）の操作量を検出するアクセル操作量検出装置268等が接続され、出力部には、電動モータ制御装置42が接続されるとともに、各電磁開閉弁のソレノイド、リニアバルブ装置56のソレノイド等が図示しない駆動回路を介して接続されている。アクセル操作量検出装置268によって検出された操作量が0より大きい場合には、アクセルペダル266が踏み込まれたとされる。アクセル操作量検出装置268は、アクセルスイッチも兼ねているのである。ROMには、図4のフローチャートで表されるトラクション制御プログラム、図6のフローチャートで表されるアンチロック制御プログラム、フローチャートの図示は省略するが回生制動協調制御プログラム等種々のプログラムが格納されている。

【0021】電動モータ制御装置42も、同様に、コンピュータを主体とするもので、入力部には、上述の回転数検出装置260、262、アクセル操作量検出装置268等が接続され、出力部には、電力変換装置30、32等が図示しない駆動回路を介して接続されている。電力変換装置30、32は、アクセル操作量検出装置268によって検出された操作量に応じた駆動トルクが出力されるように制御されたり、電動モータ16、18の出力トルクが回生制動トルク目標値に近づくように制御されたりする。この回生制動トルク目標値を表す情報は、総制動トルク制御装置46から供給されるが、総制動ト

ルク制御装置46へは、実回生制動トルクを表す情報等が供給される。実回生制動トルクの大きさは、電動モータ16、18の回転数等に基づいて検出される。総制動トルク制御装置46は、電動モータ制御装置42から供給された情報で表される実回生制動トルクに基づいて、リニアバルブ装置56や複数の電磁開閉弁を含む液圧制御弁装置58を制御する。

【0022】以上のように構成された車両用制動装置における作動について説明する。ブレーキペダル76が踏み込まれると、その踏み込み力に応じた大きさの液圧が、加圧室72、74に発生させられ、作動液がホイールシリンダ22、24、64、66に供給される。各車輪10、12、60、62には、ホイールシリンダ液圧に対応した液圧制動トルクが加えられ、車輪の回転が抑制される。回生制動協調制御が行われる場合には、非駆動輪としての後輪60、62には、液圧制動トルクが加えられ、駆動輪としての前輪10、12には、回生制動トルクと液圧制動トルクとを含む総制動トルクが加えられる。運転者の意図に応じた目標総制動トルクが、液圧センサ226によって検出された液圧に応じた大きさに決定される。また、回生制動トルク目標値が、エネルギー効率が最も大きくなる大きさに決定される。本実施形態においては、ブレーキペダル76の踏み込み力に応じて決まる操作側上限値（目標総制動トルク）を越えない範囲内における電動モータ16、18の回転速度の都合で決まる発電側上限値、蓄電装置38における充電状況の都合で決まる充電側上限値の小さい方の上限値とされる。このようにして決定された回生制動トルク目標値を表す情報が電動モータ制御装置42に供給されるのである。また、目標総制動トルクから、電動モータ制御装置42から供給された情報で表される実回生制動トルクを引いた値が目標液圧制動トルクとされる。リニアバルブ装置56が、液圧センサ124によって検出される出力液圧に対応する液圧制動トルクが、上記目標液圧制動トルクに近づくように制御されるのである。

【0023】前輪10、12に加えられる駆動トルクや、各車輪10、12、60、62に加えられる総制動トルクが路面の摩擦係数に対して過大になると、トラクション制御や、アンチロック制御が行われるが、ここでは、便宜上、トラクション制御について先に説明する。駆動輪としての前輪10、12の少なくとも一方の駆動スリップ状態が設定状態以上になると、トラクション制御が行われる。前輪10、12に加えられる総制動トルクが、駆動スリップ状態がほぼ適正状態に保たれるように制御される。総制動トルクの制御の他に、内燃機関の制御等も行われることにより、前輪10、12に加えられる駆動トルクが制御されることになるが、ここでは、総制動トルクの制御について説明する。また、トラクション制御は、上述のように、両駆動輪10、12の少なくとも一方について行われるが、以下、これら両駆動輪

10、12を区別することなく説明することにする。

【0024】トラクション制御は、トラクション開始条件が満たされると開始され、トラクション終了条件が満たされると終了させられる。本実施形態においては、トラクション開始条件は、駆動輪速度が目標駆動輪速度を越えた場合に満たされる。ここで、目標駆動輪速度は、トラクション時推定車体速度に所定値を加えた大きさであるため、上述のトラクション開始条件は駆動スリップが所定値を越えた場合に満たされることになる。トラクション時推定車体速度は、たいていの場合には、非駆動輪としての後輪60、62の車輪速度の小さい方に基づいた大きさに決定されるが、前回のトラクション時推定車体速度に加速度の上限値、下限値を考慮して求められた大きさの範囲を越えないように制限されている。そして、トラクション終了条件は、両駆動輪10、12の駆動スリップがともに設定値より小さくなった状態が設定時間以上継続した場合に満たされる。

【0025】トラクション制御中においては、駆動輪速度、駆動加速度等に基づいて予め定められたテーブルに従って急増モード、保持モード、緩減モードのうちの1つが選択される。駆動輪速度が目標駆動輪速度より大きく、かつ、駆動輪加速度が正の場合に、急増モードが選択される。その後、駆動輪速度がピーク時から予め定められた量だけ減少した場合に、緩減モードが選択される。緩減モードが選択されることにより、駆動輪加速度が0以上になり、駆動スリップが減少傾向から増加傾向に転ずれば、保持モードが選択される。この場合に、駆動輪速度が目標駆動輪速度より小さい間は保持モードに保たれるが、目標駆動輪速度を越えると急増モードが選択されることになる。トラクション制御中においては、液圧制動装置20においては、電磁開閉弁90、92が閉状態に切り換えられるとともに、電磁開閉弁120が開状態に、電磁開閉弁108が開状態に、電磁開閉弁110が閉状態にそれぞれ切り換えられた状態で、電磁開閉弁100、94、電磁開閉弁102、96が制御される。回生制動装置14においては、電動モータ16、18によって出力される実回生制動トルクが後述する回生制動トルク目標値に近づくように、電力変換装置30、32が制御される。

【0026】急増モードが選択された場合には、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が増加させられる。トラクション制御開始時には、駆動輪10、12には、制動トルクは加えられていないため、回生制動トルクと液圧制動トルクとが新たに加えられることになる。回生制動装置14においては、電力変換装置30、32が、電動モータ16、18の回生制動トルクが上述の上限値になるように制御される。回生制動トルク目標値が上限値とされるのは、エネルギー効率を最大にしたり、回生制動トルクの減少の余地を大きくしたりするためである。液圧制動装置20においては、電磁開閉弁100、10

2が閉状態に保たれ、電磁開閉弁94、96が閉状態とされる。駆動輪10、12のホイールシリンダ22、24には、定液圧源70の作動液が早急に流入させられるため、ホイールシリンダ22、24の液圧が直ちに増圧させられ、液圧制動トルクが急増させられる。総制動トルクは大きな勾配で増加させられることになる。

【0027】緩減モードが選択された場合には、回生制動トルクが小さくされるのに伴って総制動トルクが小さくされる。ここで、回生制動トルクの減少勾配は、急増モードが選択されている間における駆動スリップ状態の回復速度に応じて決定される。駆動スリップの回復速度（低下速度）が大きい場合は小さい場合より路面の摩擦係数が大きいと推定することができるため、総制動トルクの減少勾配が大きくなるのである。また、駆動スリップの変化速度が大きい場合は、小さい場合より総制動トルクの変化勾配も大きくする制御が行われるのが普通なのである。液圧制動トルクが一定に保たれた状態（電磁開閉弁100、102、94、96が共に遮断状態に保たれた状態）で実回生制動トルクが緩減させられ、総制動トルクが緩減させられる。回生制動トルクは液圧制動トルクに比較して滑らかに変化させることができるため、総制動トルクを滑らかに減少させることができる。

【0028】前述のように、総制動トルクの減少によって駆動スリップ状態が回復に転じれば、保持モードあるいは急増モードが選択され、総制動トルクが保持あるいは増加させられるが、回生制動トルクが緩減させられて0になっても、緩減モードが設定されている場合には、液圧制動トルクが緩減させられる。電磁開閉弁100、102が閉状態に切り換えられ、電磁開閉弁94、96が予め定められた比率で閉状態と開状態とに交互に切り換えられる。ホイールシリンダ22、24の液圧が緩減させられ、液圧制動トルクが緩減させられ、それに伴って総制動トルクが緩減させられる。本実施形態においては、電磁開閉弁94、96の切換え比率が、液圧制動トルクの減少勾配が回生制動トルクの減少勾配とほぼ同じになるように決定されるため、液圧制動トルクは、回生制動トルクとほぼ同じ勾配で減少させられることになり、緩減モードが設定されている間、総制動トルクの減少勾配がほぼ一定に保たれる。

【0029】保持モードが選択された場合には、回生制動トルクも液圧制動トルクもその値に保たれる。電動モータ16、18は現状が保持され、電磁開閉弁100、102および電磁開閉弁94、96は閉状態に保たれる。

【0030】以上のトラクション制御を図4のフローチャートに基づいて説明する。ステップ1（以下、S1と略称する。他のステップについても同様とする）において、アクセルペダル266が踏み込まれているか否かが判定される。踏み込まれている場合には、S2、3において、駆動輪の車輪速度等が読み込まれ、トラクション

時推定車体速度等が演算により求められ、そのトラクション時推定車体速度に基づいて駆動スリップが求められる。S4において、トラクション制御中フラグがセットされているか否かが判定される。トラクション制御中フラグがセットされていない場合には、S5において、トラクション開始条件が満たされるか否かが判定される。満たされる場合には、S6において、トラクション制御中フラグがセットされ、S7において、制御モードが選択される。トラクション開始条件が満たされた場合には、たいていの場合には、急増モードが選択される。S8において、回生制動トルク目標値が上限値に決定され、その目標値を表す情報が電動モータ制御装置42に供給される。また、液圧制御弁装置58が前述のように制御される。総制動トルクが急増させられ、駆動トルクが急減させられる。

【0031】次に、S4が実行される場合には、トラクション制御中フラグはセットされているため、判定はYESとなり、S9においてトラクション終了条件が満たされるか否かが判定される。満たされない場合には、トラクション制御が継続して行われ、S7において、制御モードの選択が行われる。緩減モードが選択された場合には、S10において、トルク減少勾配が決定される。前述のように、駆動スリップの回復速度に応じた大きさとされるのである。S11において、実回生制動トルクが0か否かが判定される。急増モードが選択された場合には、実回生制動トルクはほぼ上限値に対応する大きさに制御されているため、最初に、S11が実行される場合には、判定はNOとなり、S12において、ホイールシリンダ22、24の液圧が保持され、回生制動トルク目標値が減少値だけ小さくされる。回生制動トルクの減少勾配が、S10において決定された大きさとなるように、減少させられるのであり、そのように決定された値が減少値である。回生制動トルク目標値が減少値ずつ小さくされれば、それに応じて、実回生制動トルクが緩減させられ、総制動トルクが緩減させられる。

【0032】回生制動トルクが減少させられることにより、駆動スリップが増加傾向に転じれば、保持モードが選択され、S14において、回生制動トルクおよび液圧制動トルクがその値に保たれる。それに対して、回生制動トルクが0まで減少させられても、緩減モードが設定されている場合には、S13において、液圧制動トルクが減少させられる。電磁開閉弁100、102が閉状態に保たれた状態で、電磁開閉弁94、96が開状態と閉状態とに交互に切り換えられる。回生制動トルクは0のままである。

【0033】トラクション終了条件が満たされれば、S9における判定がYESとなり、S15において、トラクション制御中フラグがリセットされ、S16において、回生制動トルク目標値が0、ホイールシリンダ液圧が大気圧とされる。開始条件が満たされない場合にも、

同様に、S16が実行される。ブレーキペダル76が踏み込まれているわけではないため、回生制動トルクも液圧制動トルクも0とされるのである。

【0034】本車両用制動装置においてトラクション制御が行われた場合の一例を図5に示す。時間 $t_1$ においてトラクション制御が開始され、急増モードが選択されると、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が増加させられることにより総制動トルクが急増させられる。駆動トルクが減少させられ、駆動スリップが減少させられる。時間 $t_2$ において、駆動スリップがピーク値より設定値以上小さくなると、緩減モードが選択され、回生制動トルクが緩減させられる。この場合の回生制動トルクの減少勾配は、時間 $\Delta t_{12}$ 間の駆動スリップの低下勾配に応じた大きさとされる。回生制動トルクが緩減させられ、時間 $t_3$ において0となるが、緩減モードが継続して設定されているため、それ以降は、液圧制動トルクが電磁開閉弁94、96の開閉に伴って、回生制動トルクの減少勾配とはほぼ同じ勾配で減少させられる。時間 $t_4$ において保持モードが選択され、時間 $t_5$ において、再び急増モードが選択される。ここで、回生制動トルクの上限値の大きさが、最初に急増モードが選択された場合と、次に急増モードが選択された場合とで異なるのは、駆動輪の速度が異なること等に起因する。

【0035】このように、本実施形態においては、トラクション制御において急増モードが選択された場合には、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が増加させられるため、総制動トルクを大きな勾配で早急に増加させることができる。液圧制動トルクについては応答性が良好であるため、回生制動トルクのみを増加させる場合に比較して、増加初期時に、総制動トルクの増加勾配を大きくすることができるのである。また、緩減モードが選択された場合には、液圧制動トルクが一定とされた状態で、回生制動トルクが減少させられることによって総制動トルクが減少させられる。その結果、総制動トルクを滑らかに減少させることができる。トラクション制御においては、総制動トルクの増加は急激に行い、減少は緩慢に行うことが多いため、本実施形態における車両用制動装置によれば、総制動トルクの制御性の向上を図ることができ、トラクション制御を良好に行うことができるのである。

【0036】また、液圧制動トルクを大きな勾配で変化させる場合には、電磁開閉弁100、102および電磁開閉弁94、96のいずれか一方を開状態に保てばよいが、緩やかに変化させる場合には、電磁開閉弁100、102および電磁開閉弁94、96のいずれか一方を開状態と閉状態とに切り換える必要がある。そのため、液圧制動トルクは、段階的に変化させられることになり、滑らかに変化させることができない。しかも、電磁開閉弁の開閉に伴って大きな作動音が発生するという問題もあった。それに対して、回生制動トルクの緩減は、この

ような問題が生じることなく行うことができるのであり、作動音の軽減を図りつつ、総制動トルクを緩減させ得る。なお、液圧制動装置20がドラムブレーキ装置を含むものであり、電動モータ16、18をドラムの内部に配設すれば、電動モータの設置スペースを小さくすることができる。この場合の電動モータをインホイールモータと称することができる。

【0037】車輪10、12、60、62の制動スリップ状態が設定状態以上になると、アンチロック制御が開始される。各車輪10、12、60、62の総制動トルクが、制動スリップ状態がほぼ適正状態に保たれるように制御される。アンチロック制御は、駆動輪に対して、非駆動輪に対しても行われるが、ここでは、駆動輪に対して行われる場合について説明する。アンチロック制御は、アンチロック開始条件が満たされると開始され、アンチロック終了条件が満たされると終了させられる。本実施形態においては、開始条件は、前輪10、12の少なくとも1輪の制動スリップ量 $\Delta V_w$ が、車輪減速度 $G_w$ が設定減速度 $G_1$ 以上になった場合における基準スリップ量 $\Delta V_{sn}$ よりさらに設定スリップ量 $\Delta V_R$ だけ大きくなること( $\Delta V_w > \Delta V_{sn} + \Delta V_R$ )であり、終了条件は、ブレーキペダル76の踏込みが解除されたり、車両の走行速度が設定速度以下になったりすることである。

【0038】アンチロック制御中においては、各車輪の車輪速度と減速度とに基づいて、予め定められたテーブルに従って、急減モード、緩増モード、保持モード等が選択される。車輪速度が小さく、減速度が大きい場合には、急減モードが選択され、車輪速度が大きく、減速度が小さい場合には、緩増モードが選択される。回生制動装置14においては、電力変換装置30、32が、後述する回生制動トルク目標値が得られるように制御され、液圧制動装置20においては、電磁開閉弁120が閉状態に、電磁開閉弁90、92が閉状態に、電磁開閉弁108が開状態に保たれた状態で、電磁開閉弁100、102、94、96が制御されることにより、ホイールシリンダ22、24の液圧がそれぞれ独立に制御される。

【0039】急減モードが選択された場合には、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が減少させられる。回生制動装置14においては、回生制動トルク目標値が0となるように電力変換装置30、32が制御され、液圧制動装置20においては、電磁開閉弁100、102が閉状態に、電磁開閉弁94、96が開状態に切り換えられる。ホイールシリンダ22、24の作動液はマスターリザーバ84に早急に流出させられ、液圧が早急に減圧させられ、液圧制動トルクが急減させられる。

【0040】緩増モードが選択された場合には、回生制動トルクが緩増させられるのに伴って総制動トルクが緩増させられる。回生制動トルク目標値の緩増に伴って実回生制動トルクが緩増させられ、総制動トルクが緩増さ

せられる。この場合の増加勾配は、運転者の意図する目標総制動トルクと、実総制動トルクとのトルク差等に基づいて決定される。前輪10、12と後輪60、62とで、総制動トルクの増加勾配がほぼ同じになるように決定されるのである。後輪60、62に加えられる総制動トルクの増加勾配は、マスタシリンダ68の液圧と、ホイールシリンダ64、66の液圧と、電磁開閉弁110のデューティ比とに基づいて決定されるが、緩増モードが選択された場合における電磁開閉弁110のデューティ比は予め決められている。そのため、前輪10、12の総制動トルクの増加勾配が、目標総制動トルクと実総制動トルクとのトルク差と、上記デューティ比に対応する値とに基づいて決定されるのである。回生制動トルクを緩増させて上限値に達しても、緩増モードが設定されている場合には、液圧制動トルクが緩増させられる。電磁開閉弁94、96が閉状態に保たれた状態で、電磁開閉弁100、102が閉状態と開状態とに、液圧制動トルクの増加勾配が回生制動トルクの増加勾配とほぼ同じ大きさになるような比率で切り換えられる。保持モードが選択された場合には、電動モータ16、18の状態が原状態に保たれ、ホイールシリンダ液圧もその値に保持される。

【0041】図6のフローチャートに示すように、S31において、ブレーキペダル76が踏み込まれているか否かが判定される。踏み込まれている場合には、アンチロック制御中フラグがセットされているか否か、アンチロック開始条件が満たされるか否か、アンチロック終了条件が満たされるか否か等が判定される。アンチロック制御中においては、S37において制御モードが選択され、それに応じて、回生制動装置14においては電力変換装置30、32が制御され、液圧制動装置20においては、液圧制御弁装置58が制御される。

【0042】急減モードが選択された場合には、S38において、回生制動トルク目標値が0に決定され、電磁開閉弁100、102が閉状態に、電磁開閉弁94、96が開状態に切り換えられる。ホイールシリンダ22、24の作動液がマスタリザーバ84に早急に流出させられ、液圧が速やかに減少させられ、総制動トルクが急減させられる。緩増モードが選択された場合には、S40～42において、実回生制動トルクが上限値以上か否かが判定され、上限値より小さい場合には、ホイールシリンダ液圧が保持された状態で回生制動トルク目標値が緩増させられる。前述のように決定された勾配が得られるように、回生制動トルク目標値に増加値が加えられるのである。実回生制動トルクが上限値に達しても、緩増モードが選択されている場合には、液圧制動トルクが緩増させられる。電磁開閉弁94、96が閉状態に保たれた状態で、電磁開閉弁100、102が決定された比率で開状態と閉状態とに切り換えられる。ホイールシリンダ22、24の液圧の緩増に伴って、液圧制動トルクが緩

増させられ、総制動トルクが緩増させられる。保持モードが選択された場合には、S44において、回生制動トルクも液圧制動トルクも一定の大きさに保たれる。

【0043】アンチロック制御の一例を図7に示す。時間 $t_1$ においてアンチロック制御が開始されれば、急減モードが選択され、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が減少させられる。制動スリップが回復し、時間 $t_2$ において、緩増モードが選択される。回生制動トルクが緩増させられるが、時間 $t_3$ において上限値に達する。しかし、この時点においては緩増モードが設定されているため、その後は、液圧制動トルクが緩増させられることになる。ここで、アンチロック制御中における回生制動トルクの上限値が、制御開始以前におけるそれより小さいのは、車輪速度の低下等に起因する。時間 $t_4$ において保持モードが選択され、時間 $t_5$ において急減モードが選択され、総制動トルクが再び急減させられる。

【0044】このように、アンチロック制御において総制動トルクを急減させる場合には、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が減少させられ、緩増させる場合には、液圧制動トルクが一定に保たれた状態で、回生制動トルクが緩やかに減少させられることになる。その結果、総制動トルクを大きな勾配で速やかに減少させたり、滑らかに増加させることができる。アンチロック制御においては、総制動トルクを減少させる場合には急激に、増加させる場合には緩慢に行うことが多いため、本実施形態における車両用制動装置によれば、アンチロック制御を良好に行うことが可能となる。

【0045】以上のように、本実施形態においては、総制動トルク制御装置46に、トラクション制御手段とアンチロック制御手段とが含まれるが、総制動トルク制御装置46のうちの、S8を実行する部分等により、両制動トルク増加手段が構成され、S10～13を実行する部分等により、回生制動トルク緩減手段が構成される。また、総制動トルク制御装置46のうちの、S38を実行する部分等により、両制動トルク減少手段が構成され、S40～43を実行する部分等により、回生制動トルク緩増手段が構成される。

【0046】なお、上記実施形態においては、トラクション制御開始直後に急増モードが選択された場合においても、トラクション制御途中において急増モードが選択された場合においても、回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方が増加させられるようにされていたが、開始直後には両方が増加させられ、制御中には回生制動トルクと液圧制動トルクとのいずれか一方のみが増加させられるようにしてもよい。この場合に、回生制動トルクが優先的に増加させられるようにすれば、運動エネルギーの無駄な放出を抑制し得る。同様に、アンチロック制御においても、開始直後に急減モードが選択された場合に回生制動トルクと液圧制動トルクとの両方を減少させ、制

御途中においては、回生制動トルクと液圧制動トルクとのいずれか一方のみが減少させられるようにしてもよい。この場合には、液圧制動トルクを優先的に減少させれば、エネルギー効率の低下を抑制し得る。

【0047】また、トラクション制御においては、急増モード、緩減モード、保持モードのいずれか1つのモードが選択されるようにされていたが、他に、急減モード等が選択されるようにしてもよい。さらに、急増モードと緩減モードとのいずれか一方が選択されるようにしてもよい。アンチロック制御についても、同様に、急減モード、緩増モード、保持モードの他に、緩減モード等が選択される制御、急減モードと緩増モードとのいずれか一方が選択される制御とすることもできる。いずれにしても、上記実施形態におけるトラクション制御態様やアンチロック制御態様は、一例であり、限定するものではない。

【0048】さらに、上記実施形態においては、駆動輪としての前輪10、12の回生制動トルクが、それぞれ独立に制御されるようにされていたが、共通に制御されるようにしてもよい。液圧制動トルクの大きさが右前輪10と左前輪12とで独立に制御可能とされるため、回生制動トルクの大きさが同じであっても差し支えないのである。その場合には、電動モータ16、18を車輪10、12毎に設ける必要はなく、1つの電動モータが、差動装置、ドライブシャフトを介して、前輪10、12に接続されるようにすることができる。右前輪10、左前輪12が異なる摩擦係数の路面に接しているのは稀であるため、共通に制御しても差し支えないというのも共通にできる理由の1つである。

【0049】また、液圧制動装置20の構造も、上記実施形態に限らず、リニアバルブ装置56も不可欠ではなく、液圧制御弁装置58の制御により、各車輪の液圧制動トルクが制御されるようにすることもできる。さらに、各ホイールシリンダ毎にリニアバルブ装置を設けてもよく、その場合には、リニアバルブ装置の制御により、各ホイールシリンダの液圧を制御することができる。さらに、ブレーキスイッチ250は不可欠ではなく、液圧センサ122、226等によって検出された液圧が0より大きくなれば、ブレーキペダル72が踏み込まれたと検出することもできる。同様に、アクセル操作

量検出装置268の他に、アクセルスイッチを設けてもよい。また、摩擦制動装置は、液圧制動装置に限らず、電動モータの制御により摩擦部材をブレーキ回転体に押し付ける際の押付力を制御したり、圧電素子等の積層体に印加する電圧を制御することにより積層体の伸縮を制御して押付力を制御したりする電動制動装置とすることもできる。

【0050】その他、いちいち例示することはないが、特許請求の範囲を逸脱することなく当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した態様で本発明を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である車両用制動装置が搭載された車両全体を表す概略図である。

【図2】上記車両用制動装置に含まれる液圧制動装置の回路図である。

【図3】上記液圧制動装置に含まれるリニアバルブ装置の一部断面図である。

【図4】上記車両用制動装置に含まれる総制動トルク制御装置のROMに格納されたトラクション制御プログラムを表すフローチャートである。

【図5】上記車両用制動装置においてトラクション制御が行われた場合の一例を示す図である。

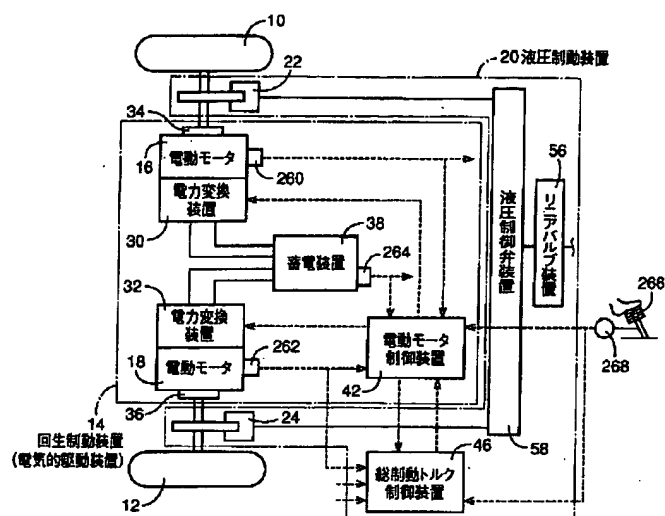
【図6】上記車両用制動装置に含まれる総制動トルク制御装置のROMに格納されたアンチロック制御プログラムを表すフローチャートである。

【図7】上記車両用制動装置においてアンチロック制御が行われた場合の一例を示す図である。

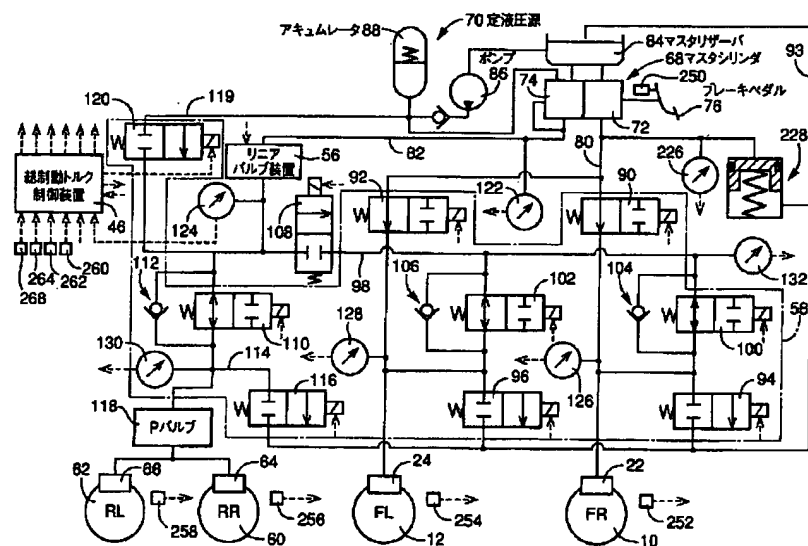
【符号の説明】

- 14 回生制動装置
- 16、18 電動モータ
- 20 液圧制動装置
- 22、24、64、66 ホイールシリンダ
- 30、32 電力変換装置
- 38 蓄電装置
- 42 電動モータ制御装置
- 46 総制動トルク制御装置
- 56 リニアバルブ装置
- 58 液圧制御弁装置

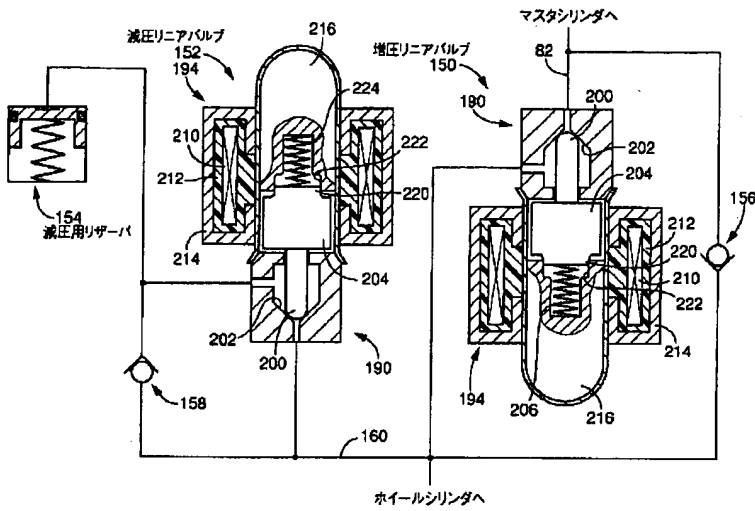
【図 1】



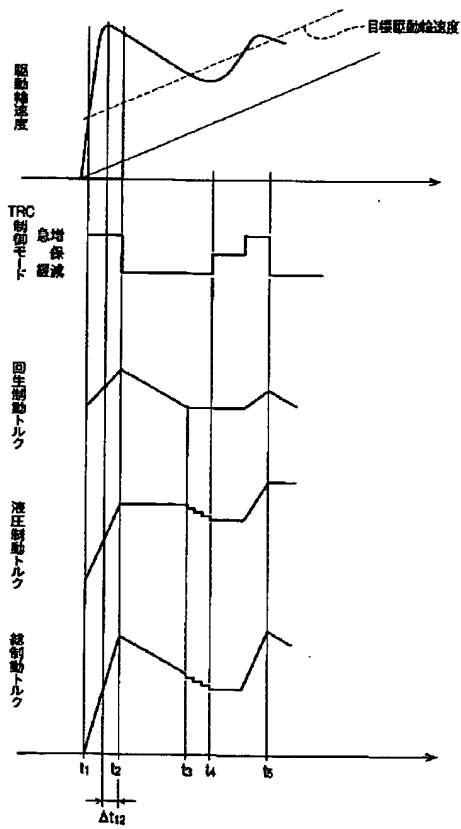
【図2】



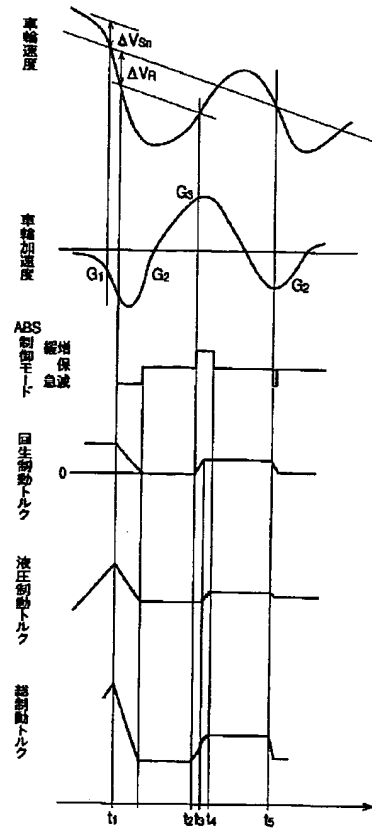
【図3】



【図5】

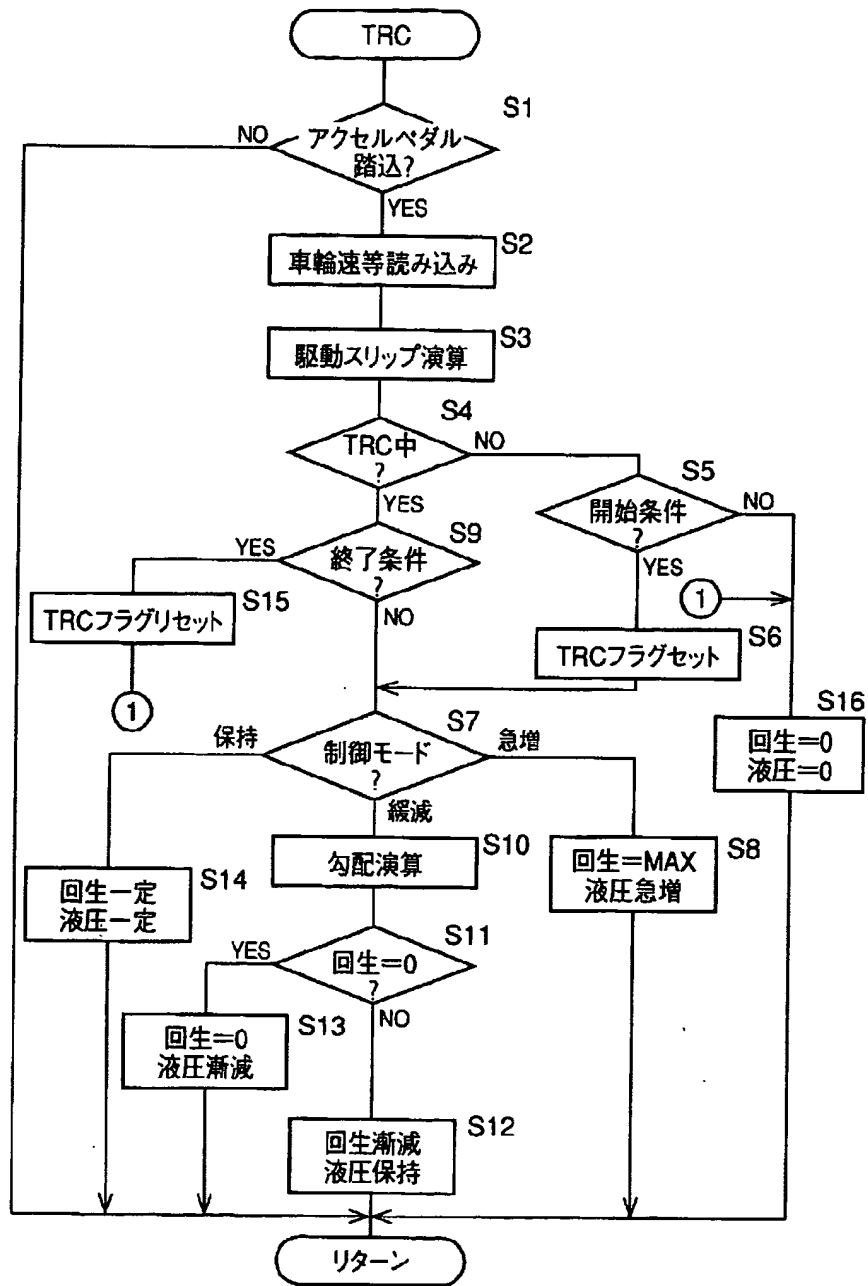


【図7】





【図4】



【図6】

